Minera Panamá

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

PROYECTO MINA DE COBRE PANAMA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) CATEGORIA III

INFORME TRIMESTRAL

MEDICIONES DE CAUDAL

- RÍO PETAQUILLA
- RÍO BOTIJA
- RÍO DEL MEDIO

Compromisos de EsIA Aplicables	Informe N°	Periodo Reportado	Elaborado por	Fecha de Emisión del Reporte
13055	160510_mediciones de caudal_18IS	Marzo 2016	Minera Panamá	05/10/2016

Objetivo General

Realizar mediciones de caudal en los ríos, Petaquilla, Botija y Río del Medio, implementado el uso de los equipos de medición River Surveyor ADCP y OTT MFpro.

Objetivos Específicos

1. Elegir como sitio de medición, las ubicaciones de las Estaciones de Calidad de Agua-TSS coincidiendo con la ubicación de los sitios de medición de caudal del Anexo V Línea Base de Hidrología, del EsIA categoría III, Proyecto Cobre Panamá**;** marcando de forma visible los márgenes izquierdo y derecho del cauce del río en la sección escogida.
1. Verificar que el área presente condiciones de seguridad tanto para el personal como para los equipos que se utilizan y que el cauce presente una sección recta con las líneas de flujo paralelas.
2. Preparar la sección elegida para el aforo, eliminando del cauce cualquier elemento que obstruya la libre circulación del bote y retirar elementos tales como troncos y ramas que se encuentren atascados en alguna parte del lecho del río.
3. Armar el método de medición (sistema de correa polea) cuando se usa el River Surveyor. En el caso del equipo OTT MFpro colocar la cinta métrica para delimitar el ancho del cauce.
4. Iniciar las mediciones.

Sitos de Medición

Los aforos se desarrollan en los ríos: Petaquilla, Botija y Río del Medio, en los sitios donde se encuentran instaladas las Estaciones de Calidad de Agua-TSS y en otros puntos determinados en el EsIA Cat. III Proyecto Mina de Cobre Panamá. La tabla y mapa siguientes ilustran el lugar empleado.



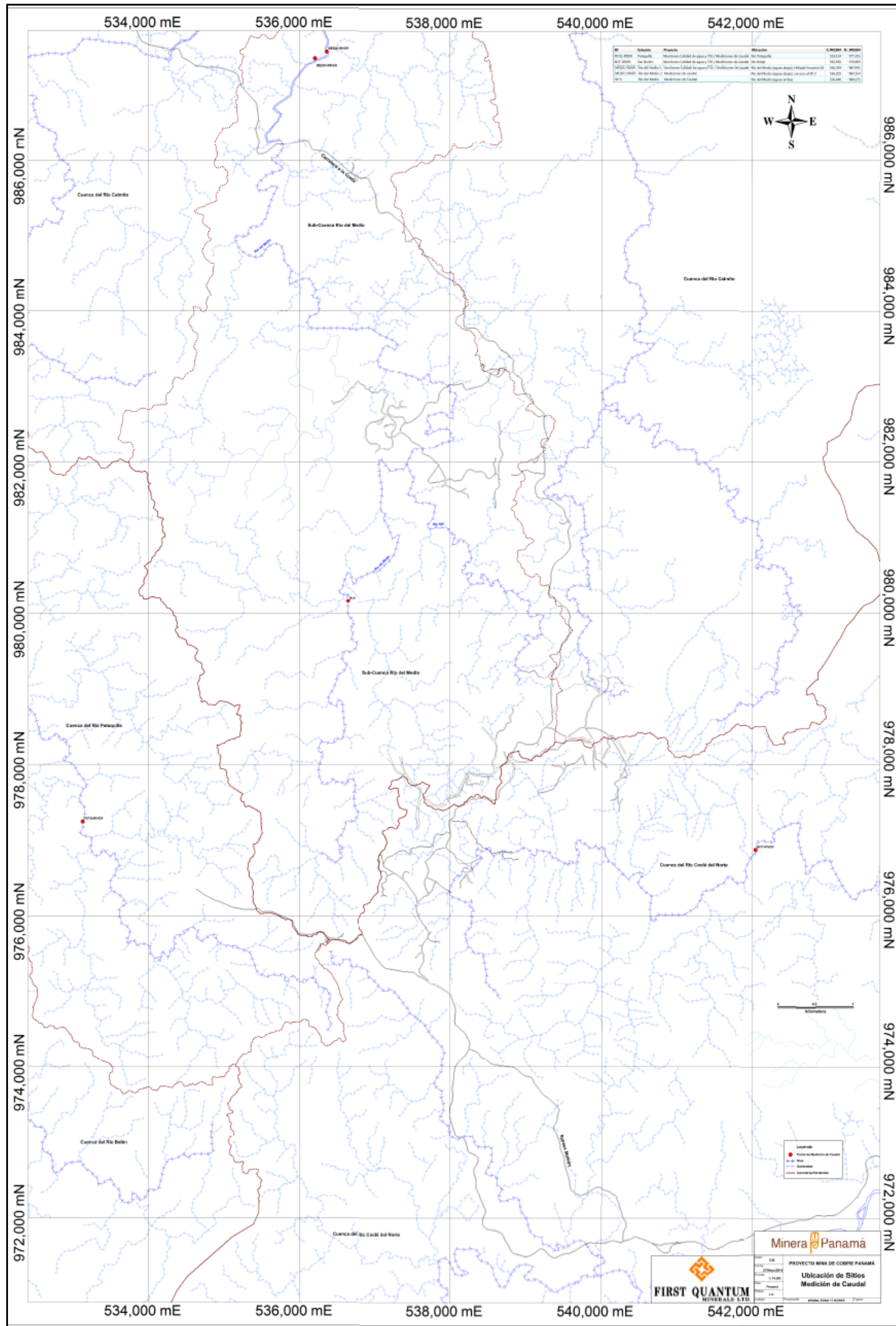
Tabla No. 1

Estación de Monitoreo	ID	Proyecto	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84 ZONA 17 NORTE
Petaquilla	PETQ-RIVER	Monitoreo Calidad de agua y TSS / Mediciones de Caudal	Río Petaquilla	533134 977255
San Benito	BOT-RIVER	Monitoreo Calidad de agua y TSS / Mediciones de Caudal	Río Botija	542050 976869
Río del Medio	MEDIO-RIVER	Monitoreo Calidad de agua y TSS / Mediciones de Caudal	Río del Medio (aguas abajo)	536359 987441 536203 987354
Río del Medio	W-9	Mediciones de Caudal	Río del Medio (aguas arriba)	536640 980175

Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente



DEPARTAMENTO DE MONITOREO AMBIENTAL



Mapa No. 1
Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente



Materiales y Equipos

Método con equipo River Surveyor

Para armar el sistema de cuerda - poleas se emplean materiales como:

- Sogas
- Poleas
- Mosquetones
- Cinta métrica

Para realizar las mediciones de la sección se emplea el equipo River Surveyor ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) con antena GPS y módulo de comunicaciones PCM (baterías y sistema Bluetooth incorporados), colocado sobre un bote.

Las mediciones de las secciones transversales y/o transectos, se realizan usando la ecosonda, éstos últimas puede ser repetibles con facilidad, logrando obtener así datos más confiables.

El trabajo en terreno es complementado con un paquete de software denominado Son Tek River Surveyor Live v3.7.1 para la visualización interactiva de los datos medios (Figura No. 1).



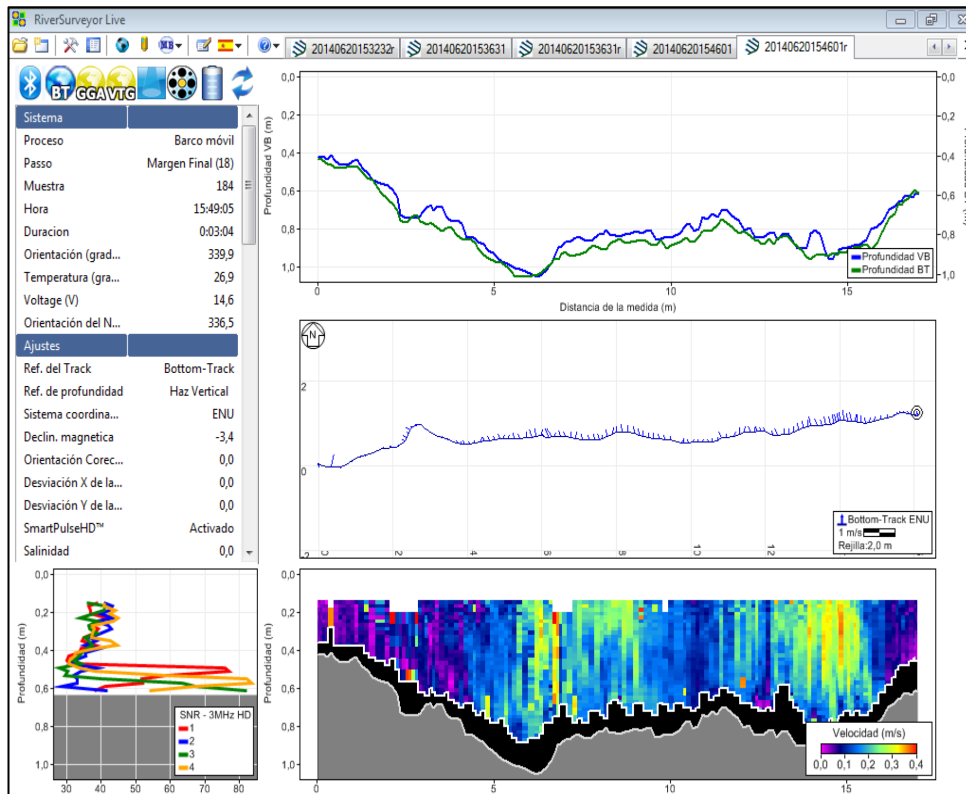


Figura No. 1: Interfaz gráfica del programa RiverSurveyor Live
Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente

Método con equipo OTT MFpro

Para realizar las mediciones, una vez seleccionada la sección del cauce, esta se divide de forma proporcional en un número de secciones, las cuales se denominan estaciones, a éstas se les determina la profundidad y la velocidad del agua.

Cuando el sensor de velocidad tipo electromagnético se coloca en el agua que corre, un campo magnético alrededor del sensor crea un voltaje a la velocidad del flujo. Esta amplitud de voltaje, que representa el índice de flujo de alrededor del sensor, es captada por los electrodos en el sensor y procesada por el

microprocesador del sensor. La señal procesada se transmite digitalmente por medio del cable del sensor al medido portátil y la información que se muestra en la pantalla del medidor.

Los datos son verificados a través de los gráficos desarrollados en el propio equipo y luego son descargados a al computador de campo. Las imágenes siguientes ilustran los componentes del equipo y los gráficos creados a partir de los datos colectados durante las mediciones.



Figura No. 2: Capacitación en el uso del equipo; componentes del OTT MFpro
Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente





Figura No. 3: Pantalla del OTT MFpro con la opción “resumen de mediciones”
Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente



Aforo Río Petaquilla

Información General

Río Petaquilla

Estación: PETQ-RIVER

Coordenadas: E533134 N977255, UTM, WGS84 Zona 17 Norte

Fecha de medición: No se logró colectar información debido a que no se encontró un tramo recto para realizar la medición.

En la imagen siguiente se evidencia cómo el punto de medición hidrométrica es inapropiado para realizar el aforo, presenta escaso caudal y mantiene material acumulado a causa de la minería artesanal en el área.



Foto No. 1: Río Petaquilla con escaso caudal y amontonamiento de material a causa de la minería artesanal

Metodología

El dato anual calculado en línea base, cálculo de caudal ecológico y las mediciones mensuales, tanto de línea base y las más recientes medidas, se comparan mediante gráficos de barras, a continuación:

Aforo Río Botija

Información General

Río Botija

Estación: BOT-RIVER

Coordenadas: E542050 N976869, UTM, WGS84 Zona 17 Norte

Fecha de medición: 24 de marzo de 2016.

En las imágenes a continuación ilustran la sección elegida para la realizar las mediciones; la flecha indica la dirección de la corriente (orientación aguas arriba – aguas abajo).



Foto No. 2: Sección del río



Foto No. 3: Medición de las estaciones

La tabla resumen con los datos de caudal se muestran a continuación:



Tabla No. 2

Caudal Línea Base [m³/s]	
Mes/Año	Río Botija en San Benito
*oct-07	0.86
*ene-08	1.25
*feb-08	1.23
*mar-08	0.49
*abr-08	0.48
*jun-08	0.63
*jul-08	1.41
*oct-08	0.73
Anual [(a)]	**1.26**

[(a)] Periodos anuales: Río Botija = Enero a Diciembre 2008; m^3/s = metros cúbicos por segundo
Los meses con asterisco (*) representan datos de línea base empleados en el gráfico
Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente

Tabla No. 3

Mediciones de Caudal [m³/s]	
Mes/Año	Río Botija en San Benito
jun-14	0.619
oct-14	0.693
ene-15	1.326
abr-15	0.578
jul-15	0.693
oct-15	0.686
feb-16	0.788
mar-16	0.186
Anual [(a)]	**1.26**
Caudal ecológico	**0.1119**

[(a)] Periodos anuales: Río Botija = Enero a Diciembre 2008; m^3/s = metros cúbicos por segundo
Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente

El cálculo del caudal ecológico se realizó considerando lo descrito en la Resolución AG N° 0127.2016 “Por la cual se define y establece de manera transitoria, el Caudal Ecológico o Ambiental para los usuarios de los recursos hídricos del país”.

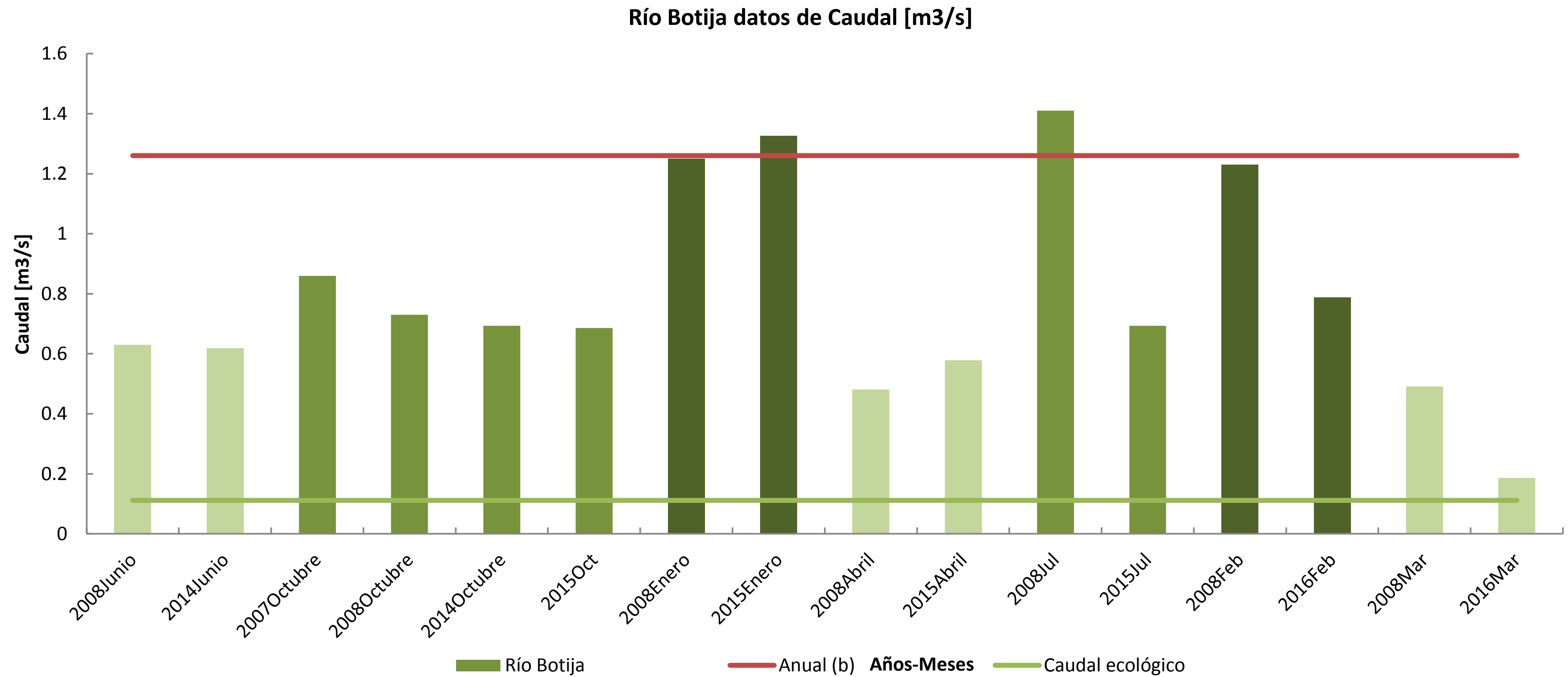
 



Foto No. 4: Perfil de flujo de las estaciones

A continuación gráfico de los datos:



Gráfica No. 1
Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente

La hoja de campo y cálculo de las mediciones se encuentran en la página 1 del Anexo B



Aforo Río del Medio

Río del Medio (aguas abajo)

Estación: MEDIO-RIVER

Coordenadas: E 536203 N 987354, UTM, WGS84 Zona 17 Norte

Fecha de medición: 25 de marzo de 2016.

Con las imágenes siguientes se ilustran la sección seleccionada para la realizar las mediciones; la flecha indica la dirección de la corriente (orientación aguas arriba – aguas abajo).



Foto No. 5: Sección del río



Foto No. 6: Medición de las estaciones

La tabla resumen con los datos de caudal se muestran a continuación:



Tabla No. 4

Caudal Línea Base [m³/s]	
Mes/Año	Río del Medio Abajo
*nov-07	4.42
*ene-08	2.95
*feb-08	1.69
*mar-08	_
*abr-08	_
*jun-08	_
*jul-08	4.39
*oct-08	_
*nov-08	11.8
Anual (b)	_

(b) Periodos anuales: Río del Medio = no disponible; m^3/s = metros cúbicos por segundo; _ = no disponible
Los meses con asterisco (*) representan datos de línea base empleados en el gráfico
Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente

Tabla No. 5

Mediciones de Caudal [m³/s]	
Mes/Año	Río del Medio Abajo
jun-14	1.472
nov-14	2.121
ene-15	6.145
abr-15	4.360
jul-15	3.568
oct-15	1.749
feb-16	0.822
mar-16	0.548
Anual (b)	_
Caudal ecológico	**0.3164**

(b) Periodos anuales: Río del Medio = no disponible; m^3/s = metros cúbicos por segundo; _ = no disponible
Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente

El cálculo del caudal ecológico se realizó considerando lo descrito en la Resolución AG N° 0127.2016 “Por la cual se define y establece de manera transitoria, el Caudal Ecológico o Ambiental para los usuarios de los recursos hídricos del país”.

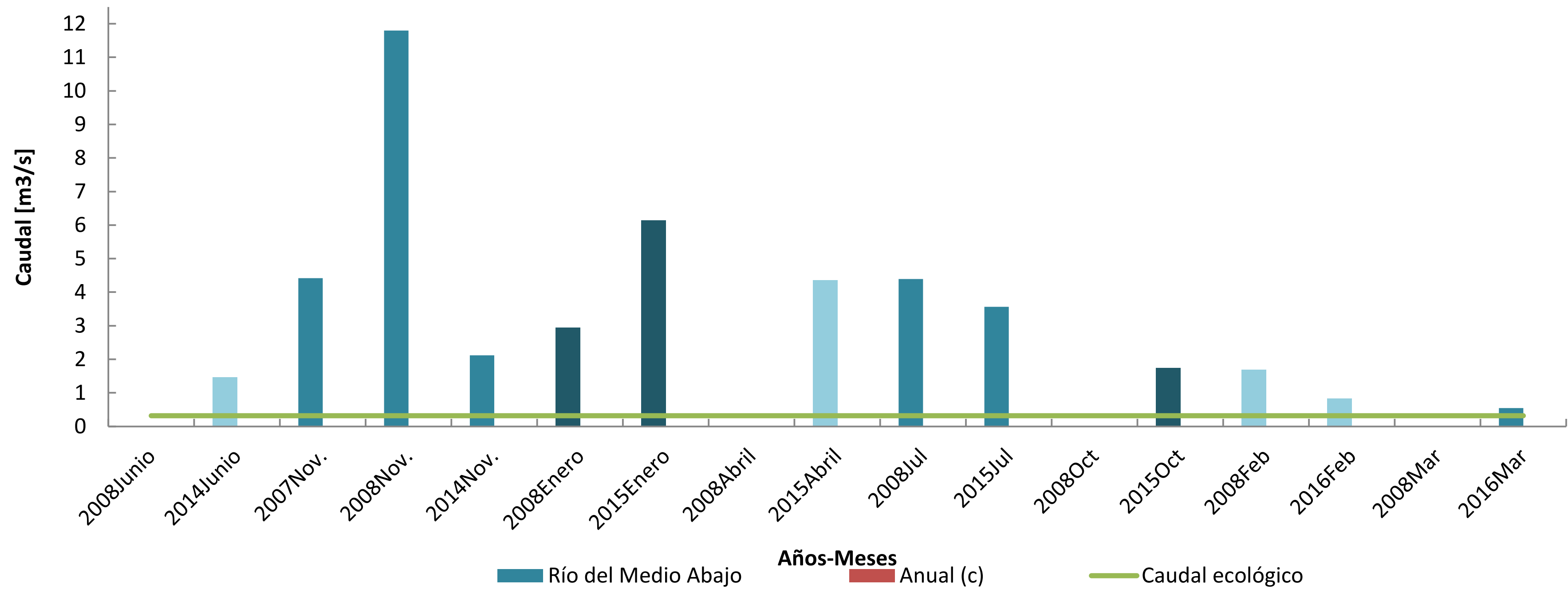




Foto No. 7: Perfil de flujo de las estaciones

A continuación gráfico de los datos:





Gráfica No. 2
Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente

La hoja de campo y cálculo de las mediciones se encuentran en la página 2 del Anexo B.



Aforo Río del Medio

Río del Medio (aguas arriba)

Estación: W-9

Coordenadas: E 536640 N 980175, UTM, WGS84 Zona 17 Norte

Fecha de medición: No se logró colectar información debido a que el caudal del río estaba muy bajo y las velocidades registradas por el equipo estaban por debajo de cero, por lo tanto se desestima para este mes.

Con las imágenes siguientes se ilustran la sección seleccionada para la realizar las mediciones; la flecha indica la dirección de la corriente (orientación aguas arriba – aguas abajo).



Foto No. 8: Sección del río



Foto No. 9: Medición de las estaciones



ANEXO A

Tabla 5-17 Caudal Mensual - Estaciones del Área de Desarrollo del Proyecto y sus Alrededores
Anexo V
Línea Base de Hidrología



Tabla 5-17 Caudal Mensual - Estaciones del Área de Desarrollo del Proyecto y sus Alrededores				
Caudal [m3/s]				
Mes/Año	**Río Petaquilla**	**Río Botija en San Benito**	**Río del Medio A. Abajo**	**Río del Medio A. Arriba**
oct-07	0.92	0.86	3.35	_
nov-07	1.60	1.83	4.42	0.84
dic-07	2.37	2.25	4.61	0.92
ene-08	1.51	1.25	2.95	0.53
feb-08	1.38	1.23	1.69	0.33
mar-08	0.70	0.49	_	_
abr-08	0.74	0.48	_	_
may-08	0.45	0.66	_	0.66
jun-08	0.59	0.63	_	0.75
jul-08	1.20	1.41	4.39	1.38
ago-08	0.84	1.34	2.33	0.90
sep-08	0.51	0.76	_	0.70
oct-08	0.38	0.73	_	0.84
nov-08	4.72	4.62	11.8	4.21
dic-08	_	1.48	4.35	2.16
Anual[(a)]	**1.31**	**1.26**	_	–

Fuente: Departamento de Monitoreo Ambiental, Dirección de Asuntos Comunitarios y Ambiente. Anexo V, Línea Base de Hidrología, Estudio de Impacto Ambiental y Social, Proyecto Mina de Cobre Panamá, Setiembre 2010.

Períodos anuales

Río Petaquilla = Diciembre 2007 a noviembre 2008

Río Botija en San Benito = Enero a Diciembre 2008

_ = no disponible

m^3/s = metros cúbicos por segundo



ANEXO B

Hojas de campo y cálculo de las mediciones



Fecha	03/24/2016	Minera Panamá	Tiempo Meteorológico	SOLEADO
Hora	14:45			
Estación # y Nombre			Recogido por	H.C.
W-5 RIO BOTIJA		Notas de la medición	Procesado por	I.W.

Ancho de canal	Velocidad promedio	Descarga Q
6.0 m	0.09081 m/s	0.186 m^3/s

Modelo medidor portátil	# serie	Modelo del sensor	# serie	Resultados de autotest:	RAM externa
MF pro	**336512**	**Sólo velocidad**	143020337403	OK	OK

ROM archivo ext:	Controlador LCD	Teclado
OK	OK	OK

Batería secundaria	Estado del sensor	Voltaje
OK	OK	V

Opción de medición	Referencia base (altura)	Factor de rugosidad					
Manual	—— msnm	Suave sin vegetación	0.8-0.9	Ladrillos junto a la vegetación	0.7	Paredes rugosas con vegetación tupida	(0.5-0.6)

Distancia del Margen Izquierdo	Distancia del Margen Derecho	Margen de inicio	Ancho total	Número de estaciones
1.40 m	0.60 m	Izq. (Der.)	8.00 m	21

Mediciones de la Sección Transversal

Estación #	Dist. m	Prof. m	Velocidad m/s	Estación #	Dist. m	Prof. m	Velocidad m/s	Estación #	Dist. m	Prof. m	Velocidad m/s
1	0.30	0.22	NULA EN EL BORDE	14	4.20	0.31	0.123				
2	0.60	0.30	0.067	15	4.50	0.34	0.058				
3	0.90	0.27	0.114	16	4.80	0.26	0.090				
4	1.20	0.35	0.109	17	5.10	0.20	0.082				
5	1.50	0.31	0.131	18	5.40	0.24	0.059				
6	1.80	0.28	0.164	19	5.70	0.19	0.030				
7	2.10	0.36	0.133	20	6.0	0.13	0.021				
8	2.40	0.34	0.131	21	6.30	0.06	NULA EN EL BORDE				
9	2.70	0.36	0.114								
10	3.0	0.38	0.133								
11	3.30	0.38	0.123								
12	3.60	0.40	0.118								
13	3.90	0.38	0.107								
Área Total (m^2)			1.776								

Condiciones del sitio		Método de medición	
Velocidad media máxima	0.164 m/s	Sensor de velocidad electromagnético/varilla de vadeo	
Profundidad media	0.296 m	Orientación a medidor	(Aguas arriba) Aguas abajo
Tipo de material del lecho	ROCOSO	% Medido - Evaluación de medición calidad	
Salinidad	—— ppt	Excelente (Bueno) Razonable Mal	
Forma del márgen	(Inclinado) Vertical	Tipo de Turbulencia del flujo	(Bajo) Medio Alta

Notas de campo generales

Notas transecto

1:

2:

3:

4:

4:

6:

Fecha	03/25/2016	Minera Panamá	Tiempo Meteorlógico	NUBLADO
Hora	14:10			
Estación # y Nombre			Recogido por	AG, AR, WS, OS
W-3 RIO DEL MEDIO ABAJO		Notas de la medición	Procesado por	I.W.

Ancho de canal	Velocidad promedio	Descarga Q
13.75 m	0.1465 m/s	0.548 m³/s

Modelo medidor portátil	# serie	Modelo del sensor	# serie	Resultados de autotest:	RAM externa
MF pro	336512	Sólo velocidad	143020337403	OK	OK

ROM archivo ext:	Controlador LCD	Teclado
OK	OK	OK
Batería secundaria	**Estado del sensor**	**Voltaje**
OK	OK	V

Opción de medición	Referencia base (altura)	Factor de rugosidad					
Manual	msnm	Suave sin vegetación	0.8-0.9	Ladrillos junto a la vegetación	0.7	Paredes rugosas con vegetación tupida	0.5/(0.6)

Distancia del Margen Izquierdo	Distancia del Margen Derecho	Margen de inicio	Ancho total	Número de estaciones
1.0 m	1.62 m	Izq. (Der.)	19.00 m	26

Mediciones de la Sección Transversal

Estación #	Dist. m	Prof. m	Velocidad m/s	Estación #	Dist. m	Prof. m	Velocidad m/s	Estación #	Dist. m	Prof. m	Velocidad m/s
1	0.55	0.27	NULA EN EL BORDE	14	7.70	0.28	0.142				
2	1.10	0.26	0.151	15	8.25	0.23	0.191				
3	1.65	0.24	0.176	16	8.80	0.32	0.130				
4	2.20	0.28	0.123	17	9.35	0.32	0.126				
5	2.75	0.27	0.191	18	9.90	0.26	0.134				
6	3.30	0.28	0.203	19	10.45	0.30	0.125				
7	3.85	0.27	0.236	20	11.00	0.26	0.137				
8	4.40	0.28	0.208	21	11.55	0.17	0.125				
9	4.95	0.30	0.227	22	12.10	0.20	0.142				
10	5.50	0.32	0.196	23	12.65	0.18	0.138				
11	6.05	0.27	0.153	24	13.20	0.14	0.102				
12	6.60	0.30	0.176	25	13.75	0.10	0.156				
13	7.15	0.32	0.120	26	14.30	0.14	NULA EN EL BORDE				
Área Total (m²)			3.468								

Condiciones del sitio		Método de medicióm
Velocidad media máxima	0.236 m/s	Sensor de velocidad electromagnético/varilla de vadeo
Profundidad media	0.252 m	Orientación a medidor (Aguas arriba) Aguas abajo
Tipo de material del lecho	ROCOSO	% Medido - Evaluación de medición calidad
Salinidad	ppt	Excelente (Bueno) Razonable Mal
Forma del márgen	(Inclinado) Vertical	Tipo de Turbulencia del flujo: (Bajo) Medio Alta
Notas de campo generales		
Notas transecto		

1:
4:
2:
4: